Aus der Universitäts-Kinderklinik Hamburg.
(Direktor: Professor Dr. Degkwitz.)

Harnphosphatbestimmungen durch die Uranyltüpfelmethode

im Verlaufe einer 6wöchentlichen Kur
an der Nordsee.

Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Hansischen Universität, Hamburg

vorgelegt von

Lothar Hoferichter
aus Eberswalde.

1937

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Hansischen Universität.

Berichterstatter: Professor Dr. Degkwitz.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Harnphosphatbestimmungen durch die Uranyltüpfelmethode im Verlauf einer 6-wöchentlichen Kur an der Nordsee.

Der Phosphor ist ein sehr wichtiger Faktor im Gesamthaushalte des Körpers. Er tritt im Körper nur in der Form von Phosphorsäure auf (H_3PO_4). Als organischer Phosphor kommt er in den Nukleoproteiden, Lezithinen und anderen Phosphatiden vor; als anorganischer Phosphor: entweder als Tertiärphosphat der Erdalkalien (er ist so ein wesentlicher Bestandteil der schwerlöslichen Gerüstsubstanzen der Knochen und Zähne und macht etwa 2% des Gesamtkörpergewichtes aus[1]), oder er dient als wasserlösliches Phosphat der Alkalien und Erdalkalien zur Pufferung der Körpersäfte.

Die phosphorsauren Salze des Harns stammen zum größten Teil aus den anorganischen Phosphaten der Nahrung. Aber auch durch den Darm wird Phosphor ausgeschieden. So beträgt die Ausscheidung der aufgenommenen nicht retinierten Phosphate und des aus dem Körper abgebauten Phosphors: durch den Darm rund 20%, durch die Niere etwa 80%[2]).

In Wyk auf Föhr habe ich nun im Verlauf einer 6-wöchentlichen Kur Untersuchungen der Harnausscheidungen bei erholungsbedürftigen Kindern mit Belastungen durch Na_2PO_5 gemacht. Der Harn wurde durch die Uranyltüpfelmethode untersucht. — Die Phosphorausscheidungen sind außer von den verfütterten Quantitäten Na_2PO_5 noch von einer ganzen Reihe anderer Faktoren abhängig. So ist es für einen genauen Nachweis der Ausscheidungen von unumgänglicher Notwendigkeit die Nahrung genau festzulegen. F. Müller[3]) hat durch seine Untersuchungen diese große Abhängigkeit von der Nahrung festgestellt. Eine weitere Abhängigkeit der Ausscheidungen wurde durch äußere Umstände von Broadhurst und Leathes nachgewiesen[4]), indem die Ausscheidungen Tagesschwankungen von regelmäßigem immerwiederkehrendem Typus unterworfen sind. So liegt nach ihren Untersuchungen das Minimum morgens, das Maximum abends. Schließlich sind auch noch Schwankungen durch

wechselnde Muskelarbeit bedingt, die Imm. Munk[5]) auf einen Zerfall von Knochengewebe bezieht, aber auch aus zersetztem Eiweiß ist die größere Phosphorausscheidung bei starker Muskelarbeit denkbar (nach Oppenheimer)[7]).

Klimatische Einflüsse sind von Bedeutung für die mengenmäßige Ausscheidung und infolgedessen auch für die jeweilige Konzentration. — Schwere pathologische Veränderungen spielen natürlich eine große Rolle in der Größe der Phosphorausscheidung, da aber bei unseren Untersuchungen nur gesunde Kinder genommen wurden, brauchen wir diesem Punkte keine Aufmerksamkeit zu schenken.

Bei Ankunft des Kindererholungstransportes, der aus Norddeutschland kam, wurden 5 erholungsbedürftige, aber gesunde Kinder mit zucker- und eiweißfreiem Harn ausgesucht.

Allen den oben angeführten Faktoren in Bezug auf die Schwankungen der Phosphorausscheidungen mußte bei den vorliegenden Untersuchungen Rechnung getragen werden. Ich ließ die Kinder die ersten beiden Tage essen, was sie wollten, legte aber bei den folgenden Belastungsproben das Essen dieser beiden ersten Tage als Nahrung fst. Dann wurde der 24-Stundenharn gesammelt und leicht angesäuert, um zu verhindern, daß sich statt der sauren Erdalkali-phosphate die schwerlöslichen sekundären und tertiären Erdalkali-phosphate bildeten. Ein Teil der 24-Stundenmenge wurde erhitzt und tropfenweise mit einer auf einen bestimmten Wert eingestellten Uranyllösung versetzt und unter dauernder Kontrolle durch eine Tüpfelplatte mit Kaliumferrozyanid gehalten. Beim Entstehen eines Farbumschlages ist das Ende der Titration erreicht, und man kann nun aus der verbrauchten Uranylmenge und der Gesamtharnmenge den Phosphatgehalt im 24-Stundenharn errechnen.

Dabei zeigten sich bei den Kindern Normalwerte von 1,2 gr—2,9 gr. Die Normalausscheidungswerte der Kinder waren abhängig vom Alter und habitus. (Das Durchschnittsalter der Kinder betrug etwa 10 Jahre. Der durchschnittliche Normalwert beim Erwachsenen liegt zwischen 2,5 gr und 3,5 gr.)

Diese Kinder wurden nun am nächsten Tag mit 4 gr Na_2PO_5 belastet und am Belastungstage und am folgenden Tage auf der anfangs bestimmten Kost belassen. Die Kinder wurden auch diesmal wie am Bestimmungstage für den Normalwert, am Vormittag zu

Hause gehalten, nachmittags wurde ein kleiner Spaziergang gemacht. Der 24-Stundenharn wurde gesammelt, wieder leicht angesäuert und untersucht. Nach dieser ersten Belastung wurden durchschnitlich ausgeschieden: Normalwert + 45% der verfütterten Menge Na_2PO_5.

Mit dieser Versuchsanordnung waren soweit als möglich sämtliche uns bekannten Fehlerquellen ausgeschaltet worden. Da die Nahrung bei allen Versuchen einheitlich war, kann man annehmen, daß die Phosphatzufuhr durch die Nahrung ziemlich dieselbe gewesen ist. Weiter haben die Kinder während aller Versuche fast die gleiche Betätigung gehabt, so daß auch die Unterschiede der Ausscheidungen durch verschiedene Muskelarbeit nur so gering sein können, daß wir ihnen keine Rechnung zu tragen brauchen. Die Schwankungen durch das Minimum morgens und das Maximum abends wurden durch die Untersuchungen des 24-Stundenharns auf den Durchschnitt berechnet. Ebenso spielt beim 24-Stundenharn die unterschiedliche Konzentration, bedingt durch die klimatischen Einflüsse keine Rolle. Aber gerade diese klimatischen Einflüsse erklären die teilweise großen Unterschiede in den Mengen des 24-Stundenharns. Bei allen 5 Kindern zeigt sich eine ziemlich gleich große Schwankung der Prozentzahl in der Zunahme oder Abnahme der Gesamtmenge.

In der Mitte der 6wöchentlichen Kur wurden die Untersuchungen unter den gleichen Voraussetzungen wiederholt. Diesmal ergaben die Untersuchungen, daß nur der Normalwert + etwa 10% der verfütterten Menge Natriumphosphat ausgeschieden wurden.

Am Ende ihrer Erholungszeit wurden die Kinder nochmals mit 4 gr Natriumphosphat belastet und wieder der angesäuerte 24Stundenharn untersucht; die Ausscheidungen schwanken nun um: Normalwert + 35% der verfütterten Na_2PO_5-Menge.

Beim wachsenden Organismus ist die Retention bei Phosphorzufuhr besonders groß; so beträgt bei diesen Versuchen die Retention in der Mitte der Kur rund 90% der verfütterten Phosphatmenge. Wichtig in diesem Zusammenhange ist auch die Tatsache, daß eine Phosphatsteinbildung in keinem Verhältnis zu vermehrter oder verminderter Phosphaturie steht[6]). Aus der Tabelle am Schluß der Ausführung sind die Untersuchungsergebnisse im einzelnen zu ersehen.

Alle 5 Kinder sind während der ganzen Kur gesund gewesen und haben einen guten Kurerfolg zu verzeichnen gehabt. Die durchschnittliche Gewichtszunahme betrug 1½ kg.

Zusammenfassung.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt in Wyk auf Föhr an erholungsbedürftigen Kindern aus Norddeutschland.

Es wurden die Normalausscheidungen des Phosphates bei Beginn der Kur bestimmt. Danach wurden die Kinder auf derselben Kost belassen und am Anfang, in der Mitte und am Ende der Kur mit 4 gr Natriumphosphat belastet und der jeweils folgende 24-Stunden-harn untersucht.

Dabei hat sich gezeigt, daß nach Belastung mit Natriumphosphat bei fast allen Kindern gleichmäßig die größte Phosphorausscheidung bei Beginn der Kur liegt; in der Mitte gehen die Werte bis zum Minimum herab, um am Ende der 6wöchentlichen Kur wieder bis nahe an die Anfangswerte heranzukommen.

So betrug die durchschnittliche Ausscheidung:

am Anfang der Kur etwa
Normalwert + 45% der verfütterten Na_2PO_5-Menge

in der Mitte der Kur etwa
Normalwert + 10% der verfütterten Na_2PO_5-Menge

am Ende der Kur etwa
Normalwert + 35% der verfütterten Na_2PO_5-Menge

Die Normalwerte der Phosphorausscheidungen sind abhängig vom Alter und habitus der Kinder und schwanken zwischen 1,2 und 2,9 g.

Kind No	Harnmenge in ccm	Verbrauchte Uranyllösung	Menge P_2O_5 im Gesamtharn
Erste Versuchsreihe. Normalwerte. ohne Belastung			
No I	1360 ccm	12,4 ccm	1,7 gr
No II	700 ccm	38,0 ccm	2,7 gr
No III	1250 ccm	22,8 ccm	2,9 gr
No IV	1000 ccm	12,0 ccm	1,2 gr
No V	775 ccm	24,2 ccm	1,9 gr
Zweite Versuchsreihe am Anfang der Kur n. Belastung m. 4 gr Na_2PO_5			
No I	2150 ccm	16,3 ccm	3,5 gr
No II	1230 ccm	30,0 ccm	3,7 gr
No III	2150 ccm	23,2 ccm	5,0 gr
No IV	1130 ccm	22,0 ccm	2,5 gr
No V	1260 ccm	31,3 ccm	3,8 gr
Dritte Versuchsreihe in der Mitte der Kur n. Belastung m. 4 gr Na_2PO_5			
No I	2100 ccm	10,5 ccm	2,2 gr
No II	1450 ccm	20,2 ccm	**2,9** gr
No III	2000 ccm	15,0 ccm	**3,0** gr
No IV	1450 ccm	13,5 ccm	**1,9** gr
No V	1450 ccm	17,0 ccm	**2,5** gr
Vierte Versuchsreihe am Ende der Kur n. Belastung m. 4 gr Na_2PO_5			
No I	2200 ccm	9,5 ccm	**2,1** gr
No II	1130 ccm	26,0 ccm	2,9 gr
No III	2125 ccm	20,0 ccm	4,3 gr
No IV	1400 ccm	20,5 ccm	2,9 gr
No V	1170 ccm	29,7 ccm	3,5 gr

Die **fett** gedruckten Zahlen geben die Werte der geringsten Phosphatausscheidung an.

Auch an dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Degkwitz für die Überlassung der Arbeit und für die jederzeit gewährte freundliche Hilfe ergebenst danken. Herrn Dr. Häberlin danke ich ebenfalls an dieser Stelle nochmals für die liebenswürdige Unterstützung in Wyk, ebenfalls dem Leiter des Hamburger Kinderheims in Wyk Herrn Tamm für sein jederzeit hilfsbereites Entgegenkommen und für die freundlichst zur Verfügung gestellte Hilfe seiner Kindergärtnerinnen.

Literatur.

1. Alexander Sturm: Lehrb. d. spez. path. Physiologie 380, (1937).
2. L. Pincussen: Spezielle Chemie des Harns, § 11 ((1925).
3. F. Müller: M.-S. Kind 19, 311 (1921).
4. Broadhurst u. Leathes: II. of phys. Ch. 54, 28 (1920).
5. Imm. Munk: Arch. Anat. u. Phys. 1895, 385.
6. Th. Brugsch: Lehrb. d. inn. Med. 1349 (1936).
7. Oppenheimer: Handb. d. Bioch. d. Menschen u. Tiere (1925).

Lebenslauf.

Ich, Lothar H o f e r i c h t e r, Sohn des Reichsbankdirektors Waldemar Hoferichter in Eberswalde, bin am 12. Januar 1911 in Stuttgart geboren. Ich besuchte das Eberhard-Ludwigs-Gymnasium in Stuttgart, dann das Wilhelmsgymnasium in Eberswalde, wohin mein Vater versetzt wurde, und habe Ostern 1933 die Reifeprüfung am Fürst-Otto-Gymnasium in Wernigerode bestanden. Das 1.—3. Semester studierte ich in Bonn, wo ich Ostern 1934 das Vorphysikum bestand. Das 4.—6. Semester habe ich in München studiert. Im Herbst 1935 habe ich dort das Physikum bestanden. Seit dem 7. Semester, Ostern 1936, studierte ich in Hamburg, wo ich auch das Staatsexamen abzulegen gedenke.